


**Receiver (reception module) for an optical communications path**

Patent Number: DE3607688  
Publication date: 1987-09-17  
Inventor(s): AYTAC SUNGUR DIPL ING (DE)  
Applicant(s): KOLBE & CO HANS (DE)  
Requested Patent: ☐ DE3607688  
Application Number: DE19863607688 19860308  
Priority Number(s): DE19863607688 19860308  
IPC Classification: H04B9/00; H03G3/00; H03F3/08  
EC Classification: H03G1/00B6C, H03G3/20F, H04B10/158  
Equivalents:

**Abstract**

A receiver 1, 23 for an optical communications path has an input amplifier (transimpedance amplifier 2, 5; high-impedance amplifier 17, 20) whose transmission function can be set along with internal transmission features by means of an assigned external matching resistor (negative feedback resistor 5; resistor 20 connected in parallel with the amplifier input 26). An opto-electrical photodetector (photodiode 6, 16) interacts optically with the coupling-out end 7, 15 of the optical transmission medium (optical waveguide 8, 30) and its output signal is fed to the input 4, 26 of the amplifier 2, 17. In order to develop the receiver so that it can be used in simple fashion at any points in optical communications systems, so that it is designed in simple and robust form and can function without expensive optical attenuation components, the matching resistor (negative feedback resistor 5; resistor 20 connected in parallel with the amplifier input 26) is designed as a photosensitive component (photoresistor) whose resistance value (RP) can be adjusted by feeding in controllable light intensity either manually or automatically. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 36 07 688.0  
22 Anmeldetag: 8. 3. 86  
43 Offenlegungstag: 17. 9. 87

Patentschrift

DE 3607688 A1

- 71 Anmelder:  
Hans Kolbe & Co, 3202 Bad Salzdetfurth, DE
- 74 Vertreter:  
Hafner, D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8500  
Nürnberg
- 72 Erfinder:  
Aytac, Sungur, Dipl.-Ing., 3200 Hildesheim, DE
- 56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:
- |       |           |
|-------|-----------|
| DE-PS | 23 01 945 |
| DE-AS | 23 14 872 |
| DE-AS | 22 18 431 |
| DE-AS | 13 00 148 |
| DE-AS | 12 90 194 |
| DE-AS | 12 83 714 |
| DE-OS | 28 28 756 |

DD	2 34 548
DD	2 29 840
DD	2 22 748
GB	12 60 809
GB	9 40 672
US	32 81 723
US	31 82 271

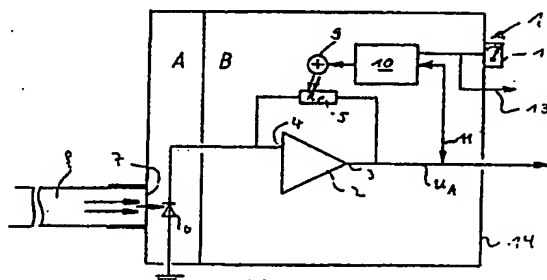
DE-Z: Wiss.Ber. AEG-Telefunken, 53, 1980;  
1-2, S.56-61;  
DE-Z: Funkschau 1970, H.16, S.558-560;  
DE-Z: Funkschau 1959, H.23, S.553;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Empfänger (Empfangsmodul) für eine optische Nachrichtenübertragungsstrecke

Ein Empfänger 1, 23 für eine optische Nachrichtenübertragungsstrecke weist einen Eingangsverstärker (Transimpedanzverstärker 2, 5; high impedance amplifiers = hoch ohmiger Verstärker 17, 20) auf, dessen Übertragungsfunktion neben internen Übertragungsmerkmalen durch einen ihm zugeordneten externen Anpassungswiderstand (Gegenkopplungswiderstand 5; zum Verstärkereingang 26 parallelgeschalteter Widerstand 20) einstellbar ist. Mit dem Auskopplungsende 7, 15 des optischen Übertragungsmediums (Lichtleiter 8, 30) steht ein optoelektrischer Lichtdetektor (Photodiode 6, 16) in optischer Wechselwirkung, dessen Ausgangssignal dem Eingang 4, 26 des Verstärkers 2, 17 zugeführt wird.

Um den Empfänger dahingehend weiterzubilden, daß er auf einfache Weise an beliebigen Stellen von optischen Nachrichtenübertragungssystemen eingesetzt werden kann, einfach und robust ausgebildet ist, sowie ohne teure optische Dämpfungselemente auskommt, ist der Anpassungswiderstand (Gegenkopplungswiderstand 5; zum Verstärkereingang 26 parallelgeschalteter Widerstand 20) als lichtempfindliches Bauteil (Photowiderstand) ausgebildet, dessen Widerstandswert ( $R_p$ ) durch Zuführung regelbarer Lichtintensität manuell oder automatisch einstellbar ist.



DE 3607688 A1

## Patentansprüche

1. Empfänger (Empfangsmodul) für eine optische Nachrichtenübertragungsstrecke mit folgenden Merkmalen:

– Der Empfänger (1, 23) weist einen Eingangsverstärker (Transimpedanzverstärker 2, 5; "high impedance amplifier" = hoch ohmiger Verstärker 17, 20) auf,

– dessen Übertragungsfunktion, neben internen Übertragungsmerkmalen durch einen ihm zugeordneten externen Anpassungswiderstand (Gegenkopplungswiderstand 5; zum Verstärkereingang 26 parallelgeschalteter Widerstand 20) einstellbar ist;

mit dem Auskopplungsende (7, 15) des optischen Übertragungsmediums (Lichtleiter 8, 30) steht ein optoelektrischer Wandler (Photodiode 6, 16) in optischer Wechselwirkung,

– dessen Ausgangssignal dem Eingang (4, 26) des Verstärkers (2, 17) zugeführt wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

– Der Anpassungswiderstand (Gegenkopplungswiderstand 5; zum Verstärkereingang 26 parallelgeschalteter Widerstand 20) ist als lichtempfindliches Bauteil (Photowiderstand) ausgebildet,

– dessen Widerstandswert ( $R_p$ ) durch Zuführung regelbarer Lichtintensität manuell oder automatisch einstellbar ist.

2. Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangsverstärker des Empfängers (1) als Transimpedanzverstärker (2) und der Anpassungswiderstand als zugehöriger Gegenkopplungswiderstand (5) ausgebildet ist.

3. Empfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingangsverstärker des Empfängers (23) als "high impedance amplifier" (= hoch ohmiger Verstärker 17) und der Anpassungswiderstand als zugehöriger, zum Verstärkereingang (26) parallelgeschalteter Widerstand (20) ausgebildet ist.

4. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlungsempfangsbereich des lichtempfindlichen Bauteils (Photowiderstand 5, 20) eine geregelte Lichtquelle (9, 21) zur Einstellung des Widerstandswertes ( $R_p$ ) angeordnet ist.

5. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtempfindliche Bauteil ein hochfrequenztauglicher und rauscharmer Photowiderstand (5, 20) ist.

6. Empfänger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (10, 19) als geschlossener Regelkreis ausgebildet ist und abhängig von der Ausgangsspannung  $U_A$  erfolgt.

7. Empfänger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (10, 19) abhängig von der auf den optoelektrischen Wandler (Photodiode 6, 16) einfallenden Strahlungsintensität erfolgt.

8. Empfänger nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (10, 19) zur Kompensation der Kennlinie des lichtempfindlichen Bauteils (Photowiderstand 5, 20) oder des optoelek-

trischen Wandler (Photodiode 6, 16) dem verstärkten Signal eine nichtlineare Regelkomponente überlagert.

9. Empfänger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Nichtlinearität der Regelkomponente einstellbar ist.

10. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Transimpedanzverstärker (2, 17), der Lichtdetektor (Photodiode 6, 16), das lichtempfindliche Bauteil (Photowiderstand 5, 20), die Lichtquelle (9, 21) sowie die elektronischen Bauteile der Regelung (10, 19) in einem gemeinsamen Gehäuse (14, 27) angeordnet sind.

11. Empfänger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (14, 27) zwei lichtdicht gegeneinander abgetrennte Kammern (A, B; C, D) aufweisen kann, deren erste (A; C) wenigstens den Lichtdetektor (Photodiode 6, 16) und deren zweite (B; D) wenigstens das lichtempfindliche Bauteil (Photowiderstand 5, 20) sowie die geregelte Lichtquelle (9, 21) enthält.

12. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der sich automatisch regelnde Verstärkungsgrad auf einer Anzeigevorrichtung (12; 24) anzeigbar ist oder als Ausgangssignal an einem Meßausgang (13; 25) anliegt.

13. Empfänger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (10; 19) eine Vorrichtung (Equalizer) umfaßt, durch die bei Nachregelung der Frequenzgang des Verstärkers selektiv einstellbar (z. B. konstant regelbar) ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Empfänger oder Empfängerbaustein, auch Empfangsmodul genannt, für eine optische Nachrichtenübertragungsstrecke, mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

Im Bereich der Nachrichtenübertragung werden neben herkömmlichen Übertragungstechniken in letzter Zeit vermehrt optische Übertragungssysteme eingesetzt, da sie sich gegenüber den herkömmlichen Übertragungsarten durch eine Vielzahl von bestechenden Vorteilen auszeichnen. Beispielsweise sind sie störfrei gegen elektromagnetische Wellen, sie ermöglichen eine totale stromtechnische Isolation zwischen Sender und Empfänger, eine sehr hohe Bandbreite der übertragbaren Signale, eine relativ geringe Dämpfung und damit die Überbrückung großer Entfernungen ohne Einschaltung von Zwischenverstärkern, was optische Nachrichtenübertragungssysteme weit weniger stör anfällig als herkömmliche Systeme macht, insbesondere wenn Digitaltechnik, beispielsweise PCM-Technik angewandt wird.

Als weitere Vorteile sind zu erwähnen, daß optische Nachrichtenübertragungsstrecken relativ abhörsicher sind und – ein Punkt der immer mehr an Bedeutung gewinnt – die Leitungen metallfrei sind, das heißt eine beachtliche Einsparung des Rohstoffes Kupfer erzielt werden kann.

Als Empfänger der optischen Lichtsignale dient in der Regel ein optoelektrischer Detektor, beispielsweise in Form einer Photodiode, der am Auskopplungsende des optischen Übertragungsmediums, meist in Form eines aus einer Glasfaser oder einem Glasfaserbündel beste-

henden Lichtleiters, mit dem Licht in Wechselwirkung steht. Das Ausgangssignal des Lichtdetektors muß durch einen Eingangsverstärker des Empfängerbausteins verstärkt werden.

Als Eingangsverstärker wären zum Beispiel sogenannte "high impedance"-Verstärker denkbar, die theoretisch eine ziemlich gute Empfindlichkeit haben; sie werden allerdings selten eingesetzt, da ihre Bandbreite zum Begrenzen des Rauschens klein gehalten wird und der Verstärker dadurch als Integrator wirkt. Dieses Verhalten muß gegebenenfalls mit einem nachgeschalteten Equalizer (Entzerrer) kompensiert werden.

Dagegen haben sich sog. Transimpedanzverstärker als Eingangsverstärker besonders bewährt, deren Übertragungsfunktion durch einen den Verstärkerausgang mit dem Eingang verbindenden Gegenkopplungswiderstand bestimmt wird.

Da sich in einer optischen Nachrichtenübertragungsstrecke die auf den Lichtdetektor einfallende optische Leistung je nach Länge der Lichtwellenleiter-Strecken um bis zu 40 dB ändern kann, ist es wünschenswert, Empfangsmodule zur Verfügung zu haben, deren Dynamikbereich ca. 80 dB beträgt. Ein derartiger Empfängerbaustein besäße den wesentlichen Vorteil, daß er — ohne weitere schaltungstechnische oder optische Zusatzmaßnahmen (beispielsweise optische Dämpfungsglieder) — an beliebigen Stellen der Nachrichtenübertragungsstrecke unabhängig von den an der jeweiligen Stelle vorliegenden, in den Empfänger einfallenden optischen Leistung eingesetzt werden könnte. Herkömmliche aktive einstellbare Widerstandselemente müssen hier versagen, da zum einen deren Einstellbereich zur Gewährleistung eines Dynamikbereiches von 80 dB nicht ausreichend ist und zum anderen durch parasitäre Effekte Hochfrequenz- und Rauschverhalten des Transimpedanzverstärkers oder "high impedance"-Verstärkers verschlechtert werden.

Es wurde bereits versucht, PIN-Dioden oder FETs als einstellbare Widerstände einzusetzen, jedoch mußte dies im wesentlichen scheitern, da beispielsweise PIN-Dioden eine hohe untere Grenzfrequenz und eine zu große parasitäre Kapazität aufweisen, um einen wirklich störfreien Betrieb zu gewährleisten. Der durch einen kapazitätsarmen FET gebildete einstellbare Widerstand vermag zum einen den angestrebten Dynamikbereich des Empfängermoduls nicht zu gewährleisten, darüber hinaus bringen FETs oftmals nicht lineare Verzerrungen aufgrund einer Kennlinienverkrümmung mit sich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Empfänger der eingangs beschriebenen Art dahingehend zu verbessern, daß er auf einfache Weise und ohne Rücksicht auf vorliegende Signalintensität an beliebigen Stellen von optischen Nachrichtenübertragungssystemen eingesetzt werden kann. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungstragend ist der Einsatz eines als lichtempfindliches Bauteil ausgebildetem Rückkopplungs- oder parallelen Eingangswiderstandes, dessen Widerstandswert durch Zuführung regelbarer Lichtintensität manuell oder automatisch einstellbar ist, wobei insbesondere ein kapazitätsarmer und hochfrequenztauglicher Photowiderstand verwendet werden soll. Durch die "optische" und damit potentialfreie Einwirkungsmöglichkeit auf den Photowiderstand und damit auf die Verstärkung wird zunächst die Einspeisung von Störungen in dem

Empfänger vermieden. Vorteilhaft wirkt sich weiter die gerade Kennlinie und der extrem große Einstellbereich des Photowiderstandes aus. Die Regelung des Verstärkungsgrades erfolgt — wie oben bereits angemerkt — potentialfrei, so daß die Einstreuung potentialgebundener Störungen ausgeschlossen ist. Damit reduziert sich die Fehleranfälligkeit von Zwischenverstärkern ganz erheblich, so daß die Verfügbarkeit der optischen Nachrichtenübertragungsstrecke weiter gesteigert werden kann.

Vorteilhafterweise ist im Strahlungsempfangsbereich des lichtempfindlichen Bauteils, nämlich des Photowiderstandes eine geregelte elektrische Lichtquelle zur Einstellung des Widerstandswertes angeordnet. Diese kann durch eine Regelungsvorrichtung versorgt werden, die als geschlossener Regelkreis ausgebildet ist und abhängig von der Ausgangsspannung des Vorverstärkers arbeitet. Beispielsweise kann die Ausgangsspannung des Verstärkers dadurch konstant geregelt werden. Es ist aber auch möglich, eine Regelungsvorrichtung vorzusehen, die direkt auf die auf den optoelektrischen Lichtdetektor, nämlich die Photodiode einfallende Strahlungsintensität reagiert. Allerdings ist diese zweite Lösung insofern nachteilig, als optische Nachrichtenübertragungssysteme in der Regel bis hin zur Rauschgrenze betrieben werden und somit eine optimale Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Lichtintensität zur Signalübertragung anzustreben ist, so daß eine Auskopplung eines Lichtanteils zu Regelungszwecken meist ausscheiden muß.

Besonders vorteilhaft wirkt sich eine Kennlinienkompensation gemäß Anspruch 8 aus, da dann die optoelektrischen Bauelemente keine Regelungsfluktuationen bewirken.

Vorteilhafterweise sind der Transimpedanzverstärker oder "high impedance"-Verstärker, der Lichtdetektor, das lichtempfindliche Bauteil, die Lichtquelle sowie die elektronischen Bauteile der Regelung in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Dieses kann zwei lichtdicht gegeneinander abgetrennte Kammern aufweisen, deren erste wenigstens den Lichtdetektor, nämlich die an den Lichtleiter angekoppelte Photodiode enthält, und deren zweite wenigstens das lichtempfindliche Bauteil, nämlich den Photowiderstand sowie die geregelte elektrische Lichtquelle enthält. Dadurch ist eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Lichtquellen ausgeschlossen.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn der sich automatisch regelnde Verstärkungsgrad auf einer Anzeigevorrichtung anzeigbar ist oder als Ausgangssignal an einem Meßausgang anliegt. Dann kann das Empfangsmodul sogleich als Meßdetektor verwendet werden, um die optische Güte eines Nachrichtenübertragungsstreckenabschnittes zu überprüfen.

Da es sein kann, daß sich bei Einstellung der Verstärkung auch der Frequenzgang des Empfängers verändert, kann es vorteilhaft sein, wenn die Regelung eine equalizerartige Vorrichtung umfaßt, die bei Nachregelung des Verstärkungsgrades eine selektive Beeinflussung, beispielsweise eine Konstantregelung oder selektive Anhebung oder Absenkung des Frequenzganges des Verstärkers vornimmt.

Die Erfindung ist anhand zweier Ausführungsbeispiele in den Zeichnungsfiguren näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild mit angedeuteten Gehäuseselementen eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 2 ein Prinzipschaltbild mit angedeuteten Gehäuseelementen nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 1 weist der insgesamt als 1 bezeichnete Empfänger für eine optische Nachrichtenübertragungsstrecke einen als Transimpedanzverstärker 2 ausgebildeten Eingangverstärker auf, dessen Übertragungsfunktion durch einen den Verstärkerausgang 3 mit dem invertierenden Eingang 4 verbindenden Gegenkopplungswiderstand bestimmt wird, der als kapazitätsarmer und hochfrequenztauglicher Photowiderstand 5 ausgebildet ist.

Mit dem Eingang des Verstärkers 2 steht ein als Photodiode 6 ausgebildeter optoelektrischer Lichtdetektor in Verbindung, auf den die durch das Auskopplungsende 7 des optischen Übertragungsmediums (Lichtleiter 8) ankommende Strahlung auftrifft und das Fließen eines Photostromes verursacht, der in das zu verstärkende Signal umgesetzt wird.

Im Strahlungsempfangsbereich des Photowiderstandes 5 ist eine geregelte elektrische Lichtquelle 9 zur Einstellung des Widerstandswertes des Photowiderstandes 5 angeordnet, die über eine als geschlossener Regelkreis ausgebildete Regelung 10 betrieben wird, deren Regelgröße von der Ausgangsspannung  $U_A$  des Verstärkers 2 abhängt.

Die Regelung 10 kann ferner zur Kompensation der Kennlinie des Photowiderstandes 5 und/oder der Photodiode 6 dem verstärkten Signal eine nicht-lineare Regelkomponente überlagern, was durch Pfeil 11 angedeutet ist.

Durch die schematisch dargestellten Gehäuseelemente wird deutlich, daß der Gehäuseinnenbereich in zwei lichtdicht gegeneinander abgetrennte Kammern A und B zerfällt, deren erste die Photodiode 6 im Bereich des Auskopplungsendes 7 des Lichtleiters 8 enthält und deren zweite Kammer B den Photowiderstand 5 sowie die geregelte Lichtquelle 9 enthält. Dies kann insbesondere dann notwendig werden, wenn eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Lichtquellen, nämlich des Lichtwellenleiterendes und der Lichtquelle zur Steuerung des Photowiderstandes sich störend auswirken sollte.

Der sich automatisch regelnde Verstärkungsgrad des Verstärkers 2 ist auf einer nicht näher dargestellten Anzeigevorrichtung 12 anzeigbar oder liegt als Ausgangssignal an einem Meßausgang 13 an.

Das in Fig. 2 dargestellte modifizierte Ausführungsbeispiel stimmt im wesentlichen mit dem in Fig. 1 dargestellten überein. Allerdings ist der Empfänger 23, der in einem Gehäuse 27 mit Gehäuseabschnitten C und D untergebracht ist, ein sogenannter "high impedance amplifier" oder hoch ohmiger Verstärker, dessen Eingang 26, der mit der Photodiode 16 verbunden ist, weiterhin mit einem parallelgeschalteten Widerstand verschaltet ist, der als Photowiderstand 20 ausgebildet ist und durch eine regelbare Lichtquelle 21 bestrahlbar ist. Die Lichtquelle 21 steht — wie beim ersten Ausführungsbeispiel — mit einer Regelung 19 in Verbindung und wird durch diese spannungsversorgt. Die Regelung 19 spricht — wie durch Pfeil 22 angedeutet ist — auf das Ausgangssignal  $U_A$  des Verstärkers 17 an. Die Regelgröße der Regelung 19 ist durch eine Anzeigevorrichtung 24 und/oder einen Meßausgang 25 ablesbar oder am Gehäuse abgreifbar.

3607688

Nummer:

36 07 688

Int. Cl.4:

H 04 B 9/00

Anmeldetag:

8. März 1988

Offenlegungstag:

17. September 1987

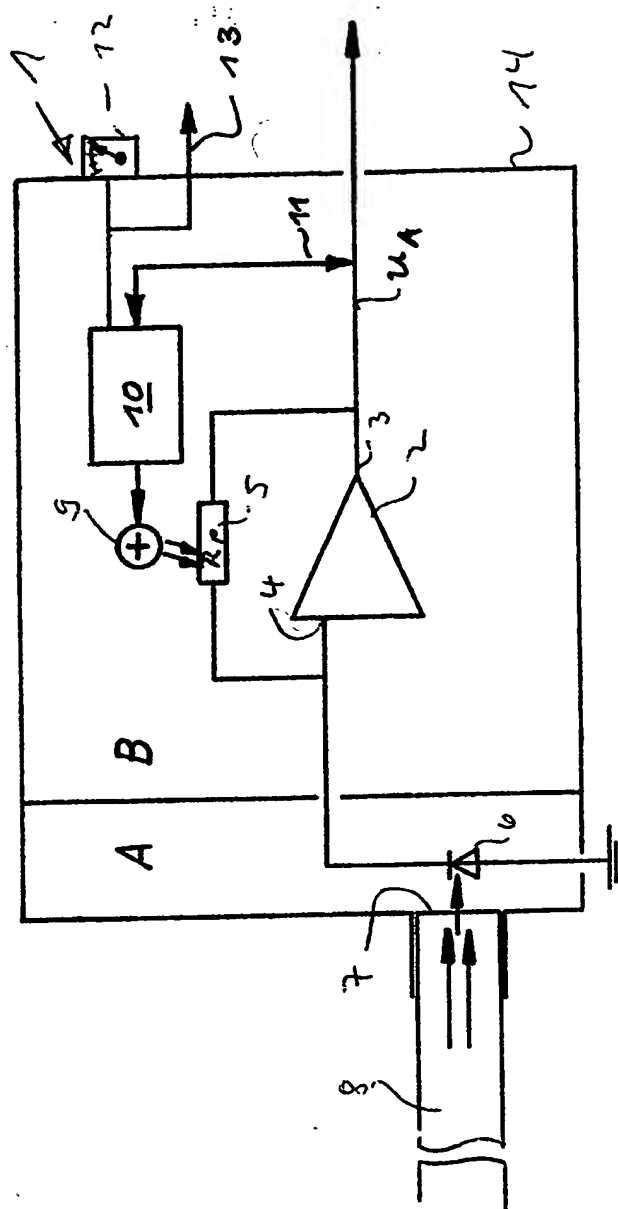


FIG. 1

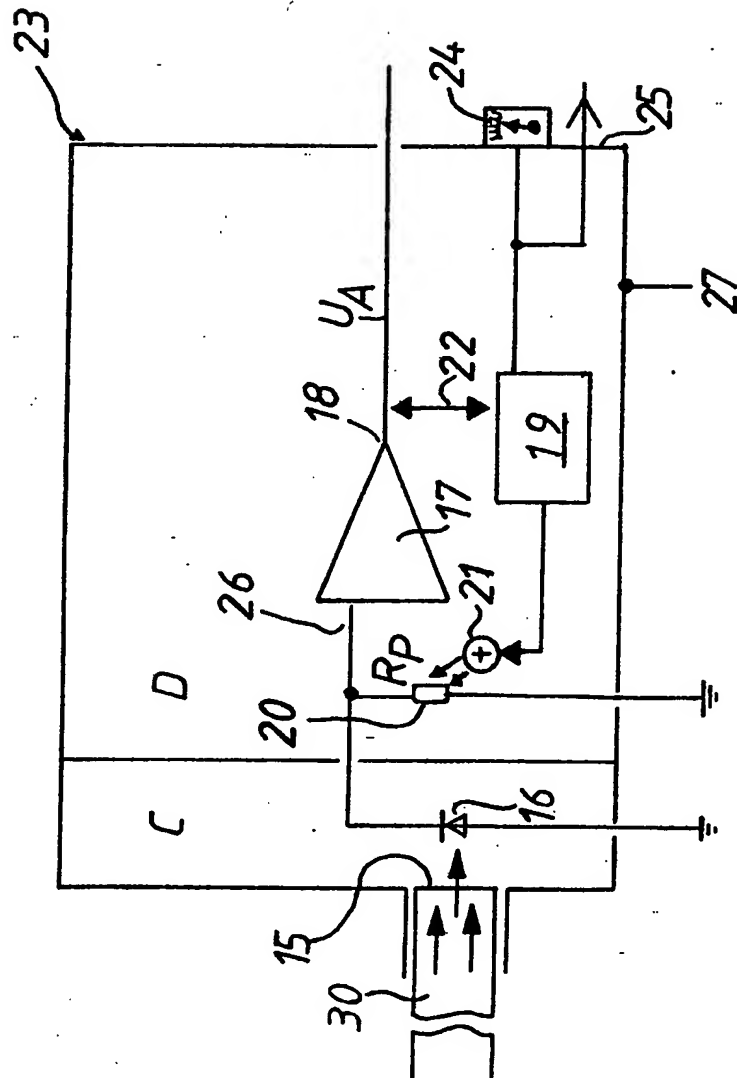


FIG. 2